

# La cogenerazione ad alto rendimento

DEA - Dipartimento di Energia e Ambiente - CISM

<http://www.cism.it/departments/energy-and-environment/>

## Definizione di *PES*

La Direttiva 2004/8/CE, recepita dal Dlgs 20/07, ha stabilito che, a partire dal 2011, la condizione alla quale la produzione combinata di energia elettrica e calore può ottenere la qualifica di “cogenerazione ad alto rendimento” sia basata sul parametro *PES*, acronimo di Primary Energy Saving ovvero Risparmio di Energia Primaria. Il *PES* esprime, in realtà, il risparmio relativo di energia primaria realizzabile da un impianto di cogenerazione rispetto ad impianti separati per la produzione di energia termica ed energia elettrica e, quindi, si può calcolare come indicato nel seguito.

In primo luogo, dal punto di vista del risparmio di energia primaria nell’impianto cogenerativo, si può scrivere

$$\Delta E_c = \left( \frac{E_t}{\eta_t} + \frac{E_e}{\eta_e} \right) - E_c \quad (1)$$

dove, su base annuale,  $E_c = m_c H_i$  è l’energia primaria immessa sotto forma di combustibili commerciali, mentre  $E_t$  ed  $E_e$  sono, rispettivamente, l’energia termica e l’energia elettrica prodotte. Di conseguenza  $E_t/\eta_t$  ed  $E_e/\eta_e$ , con  $\eta_t$  rendimento termico di un generatore convenzionale di calore ed  $\eta_e$  rendimento di conversione di un ciclo diretto convenzionale, si possono interpretare come energie primarie immesse negli impianti convenzionali per la produzione separata di calore e lavoro.

A questo punto si può notare che, nella (1), la quantità entro parentesi è l’energia primaria totale immessa negli impianti convenzionali. Pertanto, dividendo per tale quantità entrambi i membri della (1), si perviene alla definizione cercata

$$PES = \frac{\Delta E_c}{\frac{E_t}{\eta_t} + \frac{E_e}{\eta_e}} = 1 - \frac{1}{\frac{E_t}{\eta_t E_c} + \frac{E_e}{\eta_e E_c}} \quad (2)$$

cioè all’espressione adimensionale del risparmio di energia primaria realizzato con l’impianto cogenerativo rispetto agli impianti convenzionali separati. Un problema a parte è la valutazione dei valori dei rendimenti  $\eta_t$  ed  $\eta_e$  da utilizzare nella (2). A questo proposito, la Direttiva 2004/8/CE stabilisce di far riferimento allo stato dell’arte tecnologico tenendo conto del tipo di combustibile utilizzato e delle condizioni climatiche prevalenti nelle località in cui si realizzano gli impianti. Ovviamente, spetterà ai singoli Stati farsi carico di queste problematiche in regolamenti attuativi (che, in Italia, non erano ancora disponibili al momento della redazione di questo note).

Una volta calcolato il *PES*, le condizioni poste dalla Direttiva 2004/8/CE per ottenere la qualifica di “cogenerazione ad alto rendimento” (e godere degli incentivi e delle agevolazioni descritte più sotto) sono di semplice determinazione:

- $PES \geq 0$  per potenze elettriche minori di 1 MW, e
- $PES \geq 0,1$  per potenze elettriche maggiori od uguali ad 1 MW.

In pratica, la qualifica di impianti di cogenerazione ad alto rendimento può essere ottenuta dagli impianti di taglia inferiore ad 1 MW di potenza elettrica se non consumano più energia primaria dei più efficienti impianti separati che producono le stesse quantità di calore ed energia elettrica. Analogamente, la qualifica può essere ottenuta dagli impianti cogenerativi di taglia superiore ad 1 MW di potenza elettrica se garantiscono un risparmio di energia primaria non inferiore al 10% rispetto ai più efficienti impianti separati che producono le stesse quantità di calore ed energia elettrica.

### Incentivi ed agevolazioni

In Italia, i benefici collegati alla qualifica di impianto di cogenerazione ad alto rendimento sono diversi. Tra essi, si hanno

- l'esonero dall'obbligo di acquisto dei Certificati Verdi per l'energia elettrica prodotta in cogenerazione;
- la possibilità di ottenere i Certificati Bianchi per la parte di energia primaria risparmiata;
- la precedenza nell'ambito del dispacciamento per l'energia elettrica prodotta in cogenerazione;
- la riduzione del carico fiscale sull'accisa del gas naturale;
- la semplificazione delle condizioni tecnico-economiche per la connessione alla rete elettrica nazionale;
- l'accesso, in alcuni casi precisati nella normativa, alle modalità di cessione dell'energia elettrica attraverso lo Scambio sul Posto ed il Ritiro Dedicato.

### Interpretazione geometrica del PES

Si noti che la relazione (2), scritta nella forma

$$\frac{E_t}{\eta_t E_c} + \frac{E_e}{\eta_e E_c} = \frac{1}{1 - PES} \quad (3)$$

è l'equazione di un "fascio improprio" di rette parallele del piano  $(E_t/E_c, E_e/E_c)$ . A scopo puramente illustrativo, due di queste rette:  $PES = 0$  e  $PES = 0,1$  sono rappresentate in Fig. 1 con riferimento ai valori "storici"  $\eta_t = 0,9$  ed  $\eta_e = 0,51$  (utilizzati nell'ambito del CIP6). La retta  $PES = 0$  incontra l'asse delle ordinate nel punto  $E_e/E_c = \eta_e$  e l'asse delle ascisse nel punto  $E_t/E_c = \eta_t$ , mentre la retta  $PES = 0,1$  incontra l'asse delle ordinate nel punto  $E_e/E_c = 1, \bar{1}\eta_e$  e l'asse delle ascisse nel punto  $E_t/E_c = 1, \bar{1}\eta_t$ . La qualifica di cogenerazione ad alto rendimento viene quindi ottenuta dagli impianti combinati con punto di funzionamento al di sopra della retta di pertinenza:  $PES = 0$  per potenze elettriche minori di 1 MW e  $PES = 0,1$  per potenze elettriche maggiori od uguali ad 1 MW.

### PES e normativa precedente

Fino a tutto il 2010 la normativa in vigore per ottenere la qualifica di cogenerazione ad alto rendimento era quella varata nell'ambito della liberalizzazione del settore elettrico. Il Dlgs 79/99 aveva, infatti, dato mandato all'AEEG di definire i criteri per l'ottenimento di tale qualifica e, nella Deliberazione 42/02, l'AEEG aveva stabilito delle condizioni basate sul soddisfacimento contemporaneo di due parametri: l'indice di risparmio energetico (*IRE*) ed il limite termico (*LT*).

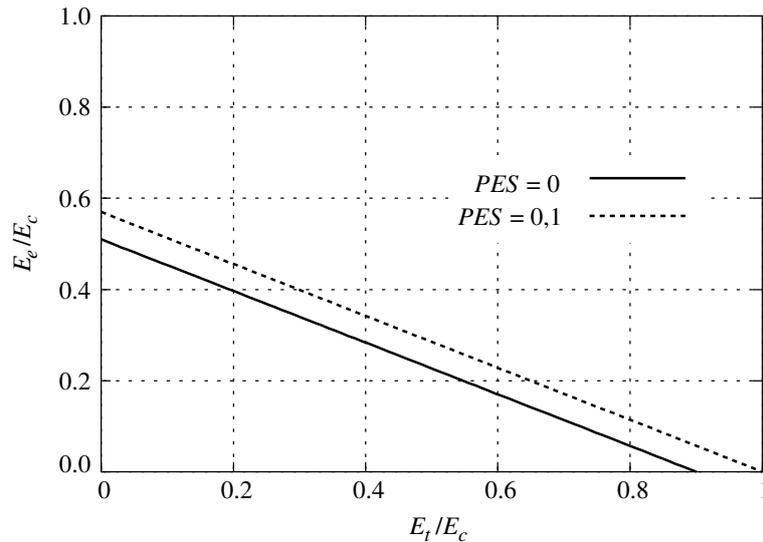


Figura 1: Rette limiti di esercizio per  $PES = 0$  e  $PES = 0,1$ .

L'*IRE* valuta il risparmio percentuale di energia primaria realizzabile da un impianto di cogenerazione rispetto ad impianti convenzionali per la produzione separata di energia termica ed energia elettrica e, di conseguenza, è un criterio concettualmente simile al *PES*, anche se di formulazione più complessa. In base a quanto stabilito dall'AEEG, tale criterio viene, infatti, espresso come

$$IRE = 1 - \frac{1}{\frac{E_{tc}}{\eta_{tc}E_c} + \frac{E_{ti}}{\eta_{ti}E_c} + \frac{E_e}{\eta_e(1 - \pi_{dist})E_c}} \quad (4)$$

dove, su base annuale,  $E_c = m_c H_i$  è l'energia primaria immessa sotto forma di combustibili commerciali, mentre  $E_{tc}$ ,  $E_{ti}$  ed  $E_e$  sono, rispettivamente, le produzioni cogenerative di energia termica per utenze civili, energia termica per utenze industriali ed energia elettrica. Di conseguenza, le energie primarie immesse negli impianti convenzionali per la produzione di calore civile, calore industriale e lavoro sono  $E_{tc}/\eta_{tc}$ ,  $E_{ti}/\eta_{ti}$  ed  $E_e/[\eta_e(1 - \pi_{dist})]$ , con  $\eta_{tc}$  ed  $\eta_{te}$  rendimenti termici di generatori di calore convenzionali, rispettivamente civili ed industriali,  $\eta_e$  rendimento di conversione di un ciclo diretto convenzionale, e  $\pi_{dist}$  perdite di trasporto dell'energia elettrica nella rete nazionale per raggiungere le utenze servite dall'impianto cogenerativo. L'ulteriore criterio *LT*, espresso come

$$LT = \frac{E_{tc} + E_{ti}}{E_e + (E_{tc} + E_{ti})} \quad (5)$$

valuta la quota di energia termica prodotta rispetto alla totale produzione di energia termica ed elettrica.

I criteri di accettabilità per *IRE* ed *LT*, nonché i valori dei parametri di rendimento e di perdita che compaiono nella (4), sono stati stabiliti dalla Deliberazione 42/02 e, successivamente, sono stati rivisti annualmente. A solo titolo di esempio, alcuni dei valori più significativi fissati per l'anno 2010 sono:

- $IRE > 10\%$  per i nuovi impianti;
- $LT > 33\%$  per potenze elettriche sino a 10 MW;
- $\eta_{tc} = 0,8$  ed  $\eta_{ti} = 0,9$  per i rendimenti dei generatori di calore;

- $\pi_{dist} = 0,043$  per le perdite di trasporto nella rete nazionale dell'energia elettrica autoconsumata in media tensione.
- $\eta_e$  variabile in funzione della taglia dell'impianto e del combustibile utilizzato (da un valore massimo  $\eta_e = 0,55$  per impianti cogenerativi di potenza elettrica superiore a 300 MW alimentati con gas naturale, ad un valore minimo  $\eta_e = 0,23$  per impianti cogenerativi di potenza elettrica inferiore ad 1 MW alimentati con rifiuti solidi o biomasse).

Da quanto esposto più sopra, è chiaro che l'*IRE* si riduce al *PES* se si trascurano le perdite di rete e si assumono gli stessi valori per i rendimenti elettrici e termici. Una differenza pratica molto importante è data, tuttavia, dalle diverse modalità di definizione dei rendimenti in quanto l'*IRE*, oltre distinguere come il *PES* tra i diversi tipi di combustibile, opera un'ulteriore distinzione molto più articolata del *PES* per le diverse taglie di impianto. Ciò potrebbe, al limite, portare al disconoscimento della qualifica di cogenerazione ad alto rendimento per impianti cogenerativi di potenza elettrica appena superiore ad 1 MW per i quali le delibere dell'AEEG hanno, sinora, previsto dei rendimenti inferiori a quelli dello stato dell'arte. D'altra parte, l'assenza del parametro *LT* nella normativa europea potrebbe portare al riconoscimento della qualifica di cogenerazione ad alto rendimento per gli impianti combinati che, sinora, sono rimasti esclusi.

Infine, per gli impianti di cogenerazione realizzati nell'ambito del provvedimento CIP6 (alcuni dei quali sono ancora in funzione), il criterio di assimilabilità della cogenerazione alle fonti rinnovabili era fondato su un indice di efficienza energetica empiricamente definito come

$$I_{en} = \frac{E_t}{\eta_t E_c} + \frac{E_e}{\eta_e E_c} - 0,49 \quad (6)$$

dove, su base annuale,  $E_c = m_c H_i$  è l'energia primaria immessa sotto forma di combustibili commerciali,  $E_t$  ed  $E_e$  sono, rispettivamente, l'energia termica e l'energia elettrica prodotte dall'impianto cogenerativo mentre, ed è questa la particolarità, si assumeva "a priori"  $\eta_t = 0,90$  ed  $\eta_e = 0,51$  indipendentemente dal combustibile utilizzato e dalla taglia dell'impianto. Il criterio di assimilabilità previsto dal CIP6, era:  $I_{en} > 0,51$ , con un premio ulteriore per gli impianti in cui risultasse  $I_{en} > 0,60$ . Con riferimento a tali limiti è facile verificare che, se anche nella valutazione del *PES* si assume  $\eta_t = 0,90$  ed  $\eta_e = 0,51$ , l' $I_{en} = 0,51$  equivale a  $PES = 0$  ed  $I_{en} = 0,60$  equivale a  $PES = 0,082569$ .

## Bibliografia

G. Comini, G. Croce e S. Savino, *Energetica Generale*, SGEEditoriali (sge@sgeeditoriali.it), Padova, 2011.